

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

51

Int. Cl. 2.

G 02 B 27/00

19

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

G 01 D 21/04

DEUTSCHES



PATENTAMT

Patentamt

NT 25 08 366 A 1

11

Offenlegungsschrift 25 08 366

21

Aktenzeichen: P 25 08 366.3-51

22

Anmeldetag: 26. 2. 75

43

Offenlegungstag: 16. 9. 76

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung: Optische Vorrichtung zur Erzeugung eines Lichtvorhanges

71

Anmelder: GmbH
Erwin Sick Optik-Elektronik, 7808 Waldkirch

72

Erfinder: Sick, Erwin, 8021 Icking; Hartmann, Klaus, Dr., 8000 München

56

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-OS 14 41 426

DT-OS 19 41 905

DT-OS 22 55 788

US 37 58 197

P.B1. 5/77

COPY

G 9. 76 609 838/334

20/70

DI 25 08 366 A 1

MANITZ, FINSTERWALD & GRÄMKOW

München, den 26. FEB. 1975
S/Sv- S 3051ERWIN SICK
OPTIK-ELEKTRONIK
Waldkirch

Optische Vorrichtung zur Erzeugung eines Licht-
vorhanges

Die Erfindung betrifft eine optische Vorrichtung zur Erzeugung eines Lichtvorhanges mit einer einen gebündelten Lichtstrahl liefernden Lichtquelle und einer den Lichtstrahl über den Vorhangbereich führenden Lichtverteilungsanordnung.

Lichtvorhänge dienen dem Unfallschutz und als Meßanordnung zum Feststellen eines Hindernisses an einer bestimmten Stelle des Vorhangbereiches. Zur Erzeugung von Lichtvorhängen sind verschiedene Vorrichtungen bekanntgeworden, welche beispielsweise mit nacheinander einschaltbaren Halbleiterdioden, Spiegelrädern, Schwingspiegeln, Hohlspiegeln, usw. arbeiten.

609838/0334

DR. C. MANITZ : DIPL.-ING. M. FINSTERWALD
8 MÜNCHEN 22, ROBERT-KOCH-STRASSE 1
TEL. (089) 22 42 11, TELEX 5-29672 PATMFDIPL.-ING. W. GRÄMKOW
7 STUTTGART 50 (BAD CANNSTATT)
SEELBERGSTR. 23/25, TEL. (0711) 56 72 61ZENTRAKKASSE-BAYER, VOLKSBANKEN
MÜNCHEN, KONTO-NUMMER 7270
POSTSCHECK, MÜNCHEN 72062-605

COPY

Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine optische Vorrichtung der eingangs genannten Gattung zu schaffen, welche einfach und robust aufgebaut ist, betriebssicher arbeitet und je nach dem Anwendungsbereich eine mehr oder weniger gute Meßgenauigkeit zu verwirklichen gestattet. Insbesondere soll die unmittelbar am Vorhangbereich angeordnete Lichtverteilungsanordnung von einfachem, kostensparendem Aufbau sein, gleichwohl aber allen an eine derartige Vorrichtung gestellten Anforderungen gerecht werden. Mehrere Lichtquellen sollen ebenso wenig erforderlich sein wie sich über den gesamten Vorhangbereich erstreckende Hohlspiegel.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung vor, daß als Lichtverteilungsanordnung ein Lichtleitstab verwendet wird, in dessen eine Stirnseite wenigstens ein Lichtstrahl unter einem Winkel zur Stabachse eintritt und welcher auf seiner vom Vorhangbereich abgewandten Oberfläche eine Anordnung benachbarter Schrägspiegel aufweist, die unter einem solchen Winkel zur Stabachse geneigt sind, daß der auf sie auftreffende Lichtstrahl zum Vorhangbereich hin umgelenkt wird. Die Erfindung kehrt also das von dem bekannten Lichtleitstab her bekannte Prinzip um, wonach ein auf die insbesondere mattierte Mantelfläche eines durchsichtigen Stabes fallender Lichtstrahl durch Streuung und Totalreflexionen zu den Stirnseiten des Stabes gelangt. Bei dieser Umkehrung besteht jedoch das Problem einer eindeutigen Zuordnung zwischen austretendem und eintretendem Licht. Dieses Problem löst die Erfindung durch die Schrägspiegelanordnung, welche dafür sorgt, daß der auf einen der Schrägspiegel auffallende Lichtstrahl nur in eine ganz bestimmte Richtung zum Vorhangbereich hin reflektiert wird.

Der Lichtleitstab ist zweckmäßig rechteckförmig, insbesondere quadratisch, wobei die Schrägspiegelanordnung auf einer der vier Längsseiten vorgesehen ist.

609838/0334

COPY

Die Schrägspiegelanordnung besteht vorzugsweise aus sägezahnartigen Ausnehmungen in der Staboberfläche oder einer darauf aufgesetzten besonderen Leiste, wobei die vom Lichtstrahl getroffenen Flanken verspiegelt sind. Die Schrägspiegel schließen also alle unmittelbar aneinander an und sind sämtlich identisch ausgebildet.

Damit die in den Lichtleitstab eintretenden Lichtstrahlen wenigstens einen größeren Bereich der einzelnen Schrägspiegel erfassen können, dürfen sie nicht unter einem zu flachen Winkel in den Lichtleitstab einfallen, weil sonst der vorangehende Schrägspiegel den folgenden zumindest teilweise abdeckt. Um nun den Einfallswinkel der Lichtstrahlen steiler zu gestalten, ist nach einer bevorzugten Ausführungsform an der Stirnseite des Lichtleitstabes ein Prisma angeordnet, welches parallel zur Stabachse ankommenden Lichtstrahlen die erforderliche Ablenkung zu der Schrägspiegelanordnung hin erteilt. Das Prisma kann nach einer ersten Ausführungsform gleichschenkelig sein, wobei seine Basis sich gegenüber der Stirnseite des Lichtleitstabes befindet und seine von der Basis und der Stirnseite abgewandte Kante auf der Stabachse liegt. Eine weitere Ausführungsform ist so ausgebildet, daß das Prisma rechtwinklig ist und sich seine Hypothenusenfläche gegenüber der Stirnseite befindet.

Obwohl das Prisma auch in einem Abstand von der Stirnseite des Lichtleitstabes angeordnet sein kann, ist es vorzugsweise unmittelbar auf die Stirnseite des Stabes aufgesetzt.

Die Schrägspiegel sind zweckmäßig unter einem solchen Winkel zur Stabachse angeordnet, daß das Licht senkrecht zur Stabachse aus dem Lichtleitstab austritt. Hierdurch entsteht eine übersichtliche und geometrisch definierte Anordnung, weil die Lichtstrahlen sich senkrecht zur Stabachse erstrecken.

609838/0334

Eine besonders zweckmäßige praktische Verwirklichung des Erfindungsgedankens kennzeichnet sich dadurch, daß in den Stab nur ein Lichtstrahl eintritt, welcher durch eine periodische Strahlableitenordnung wie ein Spiegelrad oder einen Dreh- oder Schwingenspiegel periodisch über die Stirnseite des Lichtleitstabes senkrecht zur Stabachse zu einer Abtastbewegung veranlaßt wird. Auf diese Weise streicht der in den Lichtleitstab eindringende Lichtstrahl nacheinander über die hintereinander angeordneten Schrägspiegel, so daß am Ausgang des Lichtleitstabes ein im wesentlichen in Richtung der Stabachse eine Abtastbewegung durchführender Lichtstrahl austritt. Durch Totalreflexionen an der der Schrägspiegelanordnung gegenüberliegenden Stabfläche können auch noch nicht direkt vom Eintrittslichtstrahl getroffene Bereiche der Schrägspiegelanordnung für den Abtastvorgang ausgenutzt werden.

Der Einfallswinkel des Lichtstrahles zur Stabachse soll so gewählt werden, daß möglichst kleine Totzonen an den Schrägspiegeln vorliegen, andererseits aber neben den Schrägspiegeln von innen auf die Staboberfläche treffende Lichtstrahlen totalreflektiert werden. Die Abtasthöhe ist zweckmäßig gleich der Höhe der Stirnseite des Stabes, so daß nicht nur eine möglichst große Längserstreckung des Lichtleitstabes für das Abtasten ausgenutzt wird, sondern auch die Abtastbereiche des direkt einfallenden Lichtstrahles und der totalreflektierten Lichtstrahlen im Innern des Lichtleitstabes mit ihren Abtastbereichen unmittelbar aneinanderstoßen. Auf diese Weise wird ein lückenloser Lichtvorhang erzeugt.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Strahl nur einen geringen Teil der Breite des Lichtleitstabes einnimmt und nach jeder Abtastung in Höhenrichtung um im wesentlichen seine Breite seitlich versetzt wird. Aufgrund dieser Art der Lichtführung können die Meßgenauigkeit und das Auflösungsvermögen des Lichtvorhanges weiter erhöht werden.

609838/0334

COPY

Die zusätzliche seitliche Ablenkung kann beispielsweise durch zunehmend zur Achse geneigte Flächen eines Spiegelrades bewirkt sein. Ein derartiges Spiegelrad ist als Weillersches Spiegelrad bekannt (Schröter, Zerlegungsmethoden des Fernsehens).

Im Zusammenhang mit der vorstehend definierten Ausführungsform ist es besonders zweckmäßig, wenn die Schrägspiegelanordnung in mehrere hintereinanderliegende schmale Bereiche unterteilt ist. Dabei sollen jeder schmale Bereich im wesentlichen die Breitenausdehnung des Lichtstrahles haben und aufeinanderfolgende Bereiche um ihre Breite seitlich gegeneinander versetzt sein. Hierdurch wird gewährleistet, daß jeder durch seitliche Versetzung des Eingangslichtstrahles erzeugte Teilstrahl entweder direkt oder durch Totalreflexion auf eine der erfindungsgemäß ausgebildeten Schrägspiegelanordnungen fällt. Da andererseits durch die Stellung des Spiegelrades z.B. mittels einer Auswerteelektronik festgestellt werden kann, welcher Teilstrahl gerade in den Lichtleitstab eintritt, kann zwischen dem Ausgangssignal des Lichtvorhanges und den zu einem bestimmten Zeitpunkt abgetasteten Schrägspiegelanordnungen eine exakte Beziehung hergestellt werden.

Zweckmäßigerweise entspricht die Längenausdehnung jedes Bereiches dem Längenabtastbereich des in den Stab eingetretenen bzw. der durch Totalreflexion an der Staboberfläche gebildeten Lichtstrahlen.

An der dem Lichteintritt entgegengesetzten Stirnseite des Sendelichtleitstabes ist vorteilhafterweise eine photoelektrische Empfangsanordnung zur Bildung eines Bezugssignals vorgesehen.

Eine besonders vorteilhafte Möglichkeit für die Bildung eines Empfangssignals besteht darin, daß auf der vom Lichtleitstab abgewandten Seite des Vorhangbereiches parallel zu diesem ein Empfangslichtleitstab mit einem Photoempfänger an wenigstens einer Stirnseite vorgesehen ist.

Eine weitere besonders bevorzugte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch, daß der von der Lichtquelle stammende Lichtstrahl durch ein Zylinderlinsenraster senkrecht zur Abtastrichtung in mehrere Teilstrahlen zerlegt ist. Bei dieser Ausführungsform erfolgt also die seitliche Versetzung der Teilstrahlen nicht nacheinander durch ein entsprechend ausgebildetes Spiegelrad, sondern gleichzeitig. Es kann hier also beispielsweise auch ein Dreh- oder Schwingungsspiegel für die Höhenabtastung verwendet werden.

Die Eigenschaften eines Zylinderlinsenrasters sind unter dem Stichwort "Linsenrasterfilm" in dem Lexikon "ABC der Optik" beschrieben. Ein Zylinderlinsenraster kann man sich als Parallelanordnung zahlreicher kleiner Zylinderlinsen vorstellen, von denen jede beispielsweise eine Breite von $1/25$ mm hat.

Will man eine genaue Zuordnung zwischen den am Ausgang des Lichtvorhanges empfangenen elektrischen Signalen und den einzelnen Teilstrahlen erhalten, so wird nach einer weiteren Ausführungsform durch eine seitlich periodisch verschiebbare Blendenanordnung zu einer Zeit nur einer der Teilstrahlen zum Lichtleitstab durchgelassen. Um eine einfache Synchronisation zu erzielen, arbeitet in der Blendenanordnung eine weitere Öffnung mit einer Lichtschranke zusammen. Die Lichtschranke gibt beispielsweise den Zeitpunkt an, zu dem die Blendenanordnung ihre Abtastbewegung über die einzelnen Teilstrahlen beginnt. In einer geeigneten Auswertelektronik kann dann die erforderliche Zuordnung verwirklicht werden.

Eine weitere besonders vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch, daß der Lichtstrahl der Lichtquelle durch ein Zylinderlinsenraster in Höhenrichtung in so viele Teilstrahlen zerlegt wird, daß an der Stirnseite des Stabes übereinanderliegende Lichtstrahlen auf nacheinanderfolgende Schrägspiegel

609838/0334

ORIGINAL INSPECTED

COPY

im Innern des Lichtleitstabes fallen.

Bei dieser Ausführungsform wird also vorteilhafterweise auf jede Art von bewegten Teilen verzichtet, denn das Linsenraster stellt ein stationäre angeordnetes optisches Element dar. Allerdings treten bei dieser Ausführung sämtliche Austrittsstrahlen in einem durch die Schrägspiegelanordnung definierten Abstand gleichzeitig aus dem Lichtleitstab aus.

Um nun hier eine Entkopplung zu erzielen, kann nach einer weiteren Ausführungsform vorgesehen sein, daß durch eine seitlich periodisch verschiebbare Blendenanordnung zu einer Zeit nur einer der Teilstrahlen zum Lichtleitstab durchgelassen wird. Auch hier soll in der Blendenanordnung eine weitere Öffnung mit einer Lichtschranke zusammenarbeiten, so daß in einer Auswerteelektronik eine exakte Zuordnung zwischen den Ausgangssignalen des Lichtvorhanges und einem bestimmten Teilstrahl möglich ist.

Eine weitere Möglichkeit der Entkopplung der einzelnen Austrittsstrahlen, die auch mit der Blendenanordnung nach dem vorigen Absatz kombiniert werden kann, ist dadurch gegeben, daß die Teilstrahlen in eine Schwingbewegung mit einer derartigen Amplitude versetzt sind, daß die Teilstrahlen innerhalb des ihnen zugeordneten Schrägspiegels hin- und herschwingen. Sofern die verschiebbare Blendenanordnung nicht verwendet wird, kann auf der Lichtaustrittsseite des Lichtleitstabes eine mit den Schrägspiegeln ausgerichtete Öffnungen aufweisende Noniusblende angeordnet sein. Durch die z.B. von einem Schwing Spiegel ausgelöste Schwingbewegung tritt somit jeweils zu einer Zeit nur ein Ausgangslichtstrahl durch die ^{ihm}zugeordnete Öffnung der Noniusblende.

Die vom Photoempfänger am Ausgang des Lichtvorhanges empfangenen Signale werden dabei also in der Auswerteelektronik nach Teilstrahlen getrennt verarbeitet und untersucht.

609838/0334

Während sich die Ausführungsform mit der Noniusblende aufgrund des räumlichen Abstandes der einzelnen Austrittsstrahlen für einen Unfallschutz-Lichtvorhang eignet, kommt die Ausführungsform mit den innerhalb jedes Schrägspiegels hin- und herschwingenden, durch die Teilstrahlen erzeugten Lichtpunkten insbesondere für einen messenden Lichtvorhang in Frage, weil in der Auswertelektronik durch geeignete Synchronisation der Blendenanordnung mit dem Schwingspiegel oder der sonstigen Schwinganordnung zu jedem Zeitpunkt der Ort des einzelnen hin- und herschwingenden Austrittsstrahles genau bestimmt werden kann. Die Frequenz des Schwingspiegels ist wesentlich größer als die der Blendenanordnung, welche vorzugsweise auch schrittweise von Bündel zu Bündel vorgerückt werden kann.

Die periodisch verschiebbare Blendenanordnung kann beispielsweise auch durch eine gegenüber dem Sendelichtleitstab befindliche Photozellenanordnung ersetzt werden, welche soviel Photozellen umfaßt, daß jedem Schrägspiegel eine Zelle zugeordnet ist. Werden die einzelnen Photozellen zyklisch nacheinander abgefragt, so kann auf elektronischem Wege der gleiche Entkopplungseffekt wie mittels der periodisch verschiebbaren Blendenanordnung erzielt werden.

Bevorzugt ist auch der Empfangslichtleitstab mit einer Schrägspiegelanordnung versehen. Dies hat den Vorteil, daß das auf den Empfangslichtleitstab auftreffende Licht weitaus besser ausgenutzt wird, weil es ohne wesentliche Verluste zum Photoempfänger gelangt.

Die Schrägspiegel sind dabei zweckmäßig unter einem solchen Winkel zur Stabachse angeordnet, daß senkrecht zur Stabachse auftreffende Lichtstrahlen unter einem unterhalb des Totalreflexionsgrenzwinkels liegenden Winkel zur Stabachse reflektiert werden. Diese Anordnung der Schrägspiegel ist auch beim Sendelichtleitstab als bevorzugt angegeben worden. Hierdurch werden die Lichtverluste auf einem Minimum gehalten.

609838/0334

COPY

BAD ORIGINAL

Im Gegensatz zu dem Sendelichtleitstab, der zweckmäßig rechteckig ausgebildet ist, sieht eine bevorzugte Ausführungsform vor, daß der Empfangslichtleitstab rund ist und die Schrägspiegelanordnung in eine parallel zur Achse verlaufende schmale Mantelzone des Stabes oder eine darauf angeordnete schmale Leiste eingearbeitet ist. Die runde Ausführung eignet sich deswegen besonders, weil auf diese Weise das auf den Mantel auftreffende Licht zu der schmalen Mantelzone bzw. der Leiste hin gebrochen wird. Die Mantelzone bzw. die Leiste ist dabei zweckmäßig so breit, daß sämtliches auf die gegenüberliegende Seite treffende und zur Stabachse hin gebrochene Licht auf die Mantelzone bzw. die Leiste trifft. Es ist also zu berücksichtigen, daß ein zylindrischer Empfangslichtleitstab keine ideale Abbildungslinse ist, sondern daß die gebrochenen Strahlen auf einen gewissen, allerdings schmalen Breitenbereich auftreffen.

Nach einer weiteren Ausführungsform ist der Photoempfänger an demjenigen Ende des Empfangslichtleitstabes angeordnet, das von der Stirnseite abgewandt ist, die der Lichteintrittsstirnseite des Sendelichtleitstabes entspricht. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß im Sendelichtleitstab durch die Totalreflexionen bedingte, nicht zu vermeidende Absorptionsverluste automatisch ausgeglichen werden. Diejenigen Lichtstrahlen, die nämlich im Sendelichtleitstab nur einen geringen Weg zurücklegen, bevor sie austreten, müssen nämlich im Empfangslichtleitstab einen größeren Weg hinter sich bringen, bevor sie am Photoempfänger ankommen. Umgekehrt werden am Ende des Sendelichtleitstabes austretende Lichtstrahlen in unmittelbarer Nähe des Photoempfängers in den Empfangslichtleitstab eintreten, so daß dort nur noch sehr geringe Lichtverluste auftreten. Insgesamt werden also sämtliche zum Photoempfänger gelangende Lichtstrahlen in etwa im gleichen Maße geschwächt sein.

Eine weitere Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch, daß parallel zum Sendelichtleitstab eine Zylinderlinse angeordnet ist, deren Brennpunkt im Bereich des Empfangslichtleitstabes liegt.

609838/0334

Diese Ausführungsform ist deswegen besonders vorteilhaft, weil hierdurch die aus verschiedenen Bereichen des Sendelichtleitstabes austretenden Lichtbündel sämtlich auf die Oberfläche des Empfangslichtleitstabes konzentriert werden.

Bevorzugt ist dabei an der Zylinderlinse ein Streuelement, insbesondere ein Zylinderlinsenraster mit parallel zur Zylinderlinse verlaufenden Achsen angeordnet, mittels dessen die Zylinderlinse am Ort des Empfangslichtleitstabes einen Stab nach beiden Seiten überragende Brennpunktanordnung entwirft. Bei dieser Ausführungsform würden sich seitliche Relativverschiebungen zwischen Sende- und Empfangsanordnung nicht nachteilig auswirken, weil durch die seitliche Überstrahlung des Empfangslichtleitstabes stets gleiche Lichtmengen in letzteren einfallen würden. Hierdurch wäre eine einfache Justierung gegeben, und die Anordnung könnte auch an mit erheblichen Erschütterungen arbeitenden Maschinen angebracht werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ist so ausgebildet, daß ein oder zwei Empfangslichtleitstäbe auf der gleichen Seite des Vorhangbereiches wie der Sendelichtleitstab parallel zu und neben diesem angeordnet sind und auf der anderen Seite des Vorhangbereiches sich ein länglicher retroreflektierender Bereich, insbesondere ein Tripelreflektor befindet, welcher einen zur Ausleuchtung des bzw. der Empfangslichtleitstäbe ausreichenden Streubereich aufweist. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß Sende- und Empfangsteil auf einer bestimmten Seite des Vorhangbereiches angeordnet und somit beispielsweise in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht werden können. Auf der anderen Seite des Vorhangbereiches befindet sich dann lediglich der Reflektor, welcher keinerlei elektrische Anschlüsse oder optisch aktive Elemente aufweisen muß. Es darf allerdings kein im strengen Sinne retroreflektierendes Material verwendet werden, da eine gewisse Ablenkung der rückkehrenden Strahlen erforderlich ist. Ein derartiger Streubereich ist bei üblicher-

weise vorkommende. Meßstrecken jedoch bei normalem retroreflektierenden Material stets gegeben, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Ausdehnung der Meßstrecken bzw. des Vorhangbereiches im allgemeinen wesentlich größer als die ^{Breite} der Lichtleitstäbe ist. Werden Tripelspiegel verwendet, so sind diese zweckmäßig in der Weise geschliffen, daß der Hauptteil des retroreflektierten Lichtes in den bzw. die Empfangslichtleitstäbe fällt.

Schließlich sieht eine zweckmäßige Ausführungsform vor, daß die Schrägspiegelanordnung aus wenigstens zwei parallel zueinander verlaufende und in Stablängsrichtung um wenigstens die Totzonen- ausdehnung gegeneinander versetzte Teil-Schrägspiegelanordnungen aufweist. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß, wenn ein Teil des Lichtstrahles auf eine Totzone fällt, daneben ein aktiv reflektierender Spiegelbereich vorliegt. Die in vielen Fällen nicht störenden Totzonenbereiche können somit nach Wunsch auch vollkommen eliminiert werden.

Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung beschrieben; in dieser zeigt:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine Draufsicht des Gegenstandes der Fig. 1,

Fig. 3 eine vergrößerte Teilansicht des in Fig. 1 dargestellten Gegenstandes zur Veranschaulichung des Lichtstrahlenverlaufes im Lichtleitstab,

Fig. 4 eine zu Fig. 3 analoge Ansicht einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 5 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 6 eine Draufsicht des Gegenstandes der Fig. 5,

Fig. 7 eine Ansicht nach Linie VII-VII in Fig. 5,

609838/0334

Fig. 8 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 8a eine vergrößerte Teilansicht von Fig. 8,

Fig. 9 eine weitere Ausführungsform in Seitenansicht,

Fig. 10 eine vergrößerte Seitenansicht eines bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendeten Lichtleitstabes mit den daran angrenzenden Bauelementen zur Veranschaulichung der Bildung eines Referenzsignals,

Fig. 11 eine schematische Draufsicht auf einen erfindungsgemäß ausgebildeten Lichtvorhang zur Veranschaulichung einer besonders vorteilhaften Ausbildung des Empfangslichtleitstabes,

Fig. 12 eine Ansicht der Ausführungsform nach Fig. 11 in Richtung der Stabachsen, wobei jedoch noch zusätzlich eine Sammellinse vorgesehen ist,

Fig. 13 eine Stirnansicht analog Fig. 12, jedoch mit einer weiteren optischen Variante,

Fig. 14 eine Draufsicht einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lichtvorhanges mit Anordnung sämtlicher Lichtleitstäbe auf einer Seite,

Fig. 15 eine Ansicht des Lichtvorhanges nach Fig. 14 in Richtung der Stabachsen, und

Fig. 16 eine schematische Draufsicht auf einen Ausschnitt einer besonders bevorzugten Schrägspiegelanordnung für die Vorrichtung gemäß der Erfindung.

609838/0334

COPY

BAD ORIGINAL

Nach Fig. 1 schickt eine vorzugsweise durch einen Laser gebildete Lichtquelle 11 einen schmalen gebündelten Lichtstrahl 32 auf ein sich in Pfeilrichtung drehendes Spiegelrad 25, dessen vom Lichtstrahl getroffene Oberfläche sich im Brennpunkt eines Objektivs 37 befindet. Der Durchmesser des Objektivs ist so groß, daß sämtliche vom Spiegelrad 25 abgelenkten Lichtstrahlen ins Objektiv eintreten und parallel zueinander wieder austreten können. Von den abgelenkten Lichtstrahlen sind hinter dem Objektiv beispielsweise drei Strahlen a, c, f wiedergegeben, welche in ein in der dargestellten Weise angeordnetes gleichschenkliges Prisma 20 eintreten, von dem sie als Lichtstrahlen 14 in das Innere eines Lichtleitstabes 12 weitergeleitet werden, dessen Einzelheiten besonders gut in Fig. 3 zu erkennen sind. Der Lichtleitstab 12 hat rechteckigen Querschnitt und weist an seiner vom Vorhangbereich 16 abgewandten Oberfläche eine Schrägspiegelanordnung 17 auf, die einzelne Schrägspiegel 13 umfaßt. Nach Fig. 2 sind in Längsrichtung hintereinander seitlich versetzt mehrere schmale Schrägspiegelanordnungen 17a, 17b und 17c vorgesehen, welche entweder unmittelbar in die Oberfläche des Lichtleitstabes 12 eingearbeitet sind oder nach Fig. 3 sich an einer besonderen Leiste 19 befinden, die optisch dicht auf den Lichtleitstab 12 aufgebracht ist.

Die einzelnen Spiegelflächen des Spiegelrades 25 sind relativ zur Drehachse 38 unterschiedlich gekippt, und zwar derart, daß

609838/0334

gemäß Fig. 2

Die einzelnen Spiegelflächen a, b, c, d, e bilden die nebeneinanderliegenden Lichtstrahlen a', b', c', d', e' . Die Zahl der erzeugten, seitlich versetzten Lichtstrahlen hängt von der Zahl der Spiegelflächen des Spiegelrades 25 ab.

Aus den Fig. 1 und 2 ergibt sich also, daß der Lichtstrahl 32 nicht nur die Stirnseite 13 des Lichtleitstabes 12 periodisch in Höhenrichtung abtastet, sondern von Abtastung zu Abtastung auch noch seitlich gemäß Fig. 2 versetzt wird.

gemäß Fig. 3

Durch die Höhenabtastung gelangen die Eintrittsstrahlen 21 in der Reihenfolge a, b, c, d, e, f in das Prisma 20, dessen Kante 23 von der Stirnseite 13 abgewandt ist und dessen Basis der betreffenden Stirnseite 13 gegenüberliegt. Durch die aus Fig. 3 ersichtlichen Brechungsverhältnisse tritt der Lichtstrahl a an der dargestellten Stelle aus dem Lichtleitstab 12 aus und führt eine Abtastbewegung in Richtung des Pfeiles f nach links durch. Er geht schließlich in den Strahl b bzw. c über. Nach Erreichen der Stelle des Austrittslichtstrahles c erfolgt ein Sprung zum Austrittslichtstrahl d , welcher dann die Abtastung in Fig. 3 nach rechts fortsetzt.

Fig. 4 zeigt statt des gleichschenkligen Prismas 20 nach Fig. 3 ein rechtwinkliges Prisma 20', welches in der aus Fig. 4 ersichtlichen Weise anzuordnen ist. Hierdurch wird erreicht, daß eine stetige Abtastung des Vorhangbereiches 16 in einer Richtung von a über b nach c erfolgt. Aufgrund der dargestellten Totalreflexionen erfolgen weitere Abtastungen von a'' über b'' nach c'' usw..

Die Entkopplung der an sich gleichzeitig erfolgenden Abtastungen von a nach f in Fig. 3 bzw. von a nach c in Fig. 4 geschieht durch die oben beschriebene seitliche Versetzung des Abtastlichtstrahls gemäß Fig. 2. Danach ist der Lichtstrahl 21 wesentlich schmaler als der Lichtleitstab 12 ausgebildet, so daß er

609838/0334

COPY

nach Fig. 2 z.B. fünfmal seitlich versetzt werden kann, bevor er das Ende des Stabes erreicht. Mit den einzelnen Teilstrahlen a' bis e' sind nun die einzelnen schmalen Schrägspiegelanordnungen 17a, 17b und 17c ausgerichtet, wobei jede Schrägspiegelanordnung einen der Abtastbereiche a bis c bzw. a" bis c" nach Fig. 4 zugeordnet ist. Jede Schrägspiegelanordnung empfängt also entweder den gesamten Abtastbereich des direkt einfallenden Lichtstrahles 14 oder den gesamten Abtastbereich irgendeines der ein-, zwei-, dreimal, usw. totalreflektierten Lichtstrahlen.

Da durch einen am Spiegelrad 25 drehfest angeordneten Winkelcodierer die Stellung des Spiegelrades jederzeit elektronisch genau festgestellt werden kann, ermöglicht die Anordnung nach den Fig. 1 und 2 eine exakte Zuordnung der Ausgangssignale des Lichtvorhanges zu dem in einem bestimmten Zeitpunkt in den Vorhangbereich 16 ausgesandten Austrittsstrahl.

Die Empfangsanordnung ist nach Fig. 1 durch einen Empfangslichtleitstab 29 gebildet, der sich parallel zum Sendelichtleitstab 12 am anderen Ende des Vorhangbereiches 16 erstreckt und an dessen einer Stirnseite ein vorzugsweise als Photovervielfacher ausgebildeter Photoempfänger 30 vorgesehen ist, der ein dem auf den Lichtleitstab 29 auftreffenden Licht proportionales elektrisches Signal für die Auswerteelektronik erzeugt.

Wesentlich ist, daß durch die an den Stirnseiten 13 des Lichtleitstabes 12 angeordneten Prismen 20, 20' den parallel zur Stabachse 15 eintreffenden Lichtstrahlen 21 eine solche Neigung zur Stabachse 15 erteilen, daß die einzelnen Schrägspiegel 18 der Schrägspiegelanordnung 17 zufriedenstellend ausgeleuchtet werden.

Nach den Fig. 1 bis 4 sind die Schrägspiegel 18 derartig zur Stabachse 15 geneigt, daß die Ausgangslichtstrahlen a bis f

609838/0334

senkrecht zur Stabachse austreten.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 liegt die eine Hypothenusenfläche 24 des rechtwinkligen Prismas 20' der Stirnfläche 13 parallel gegenüber.

Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß in allen Ausführungsformen die Lichtleitstäbe rechts abgebrochen dargestellt sind. Sie sind entsprechend nach rechts fortgesetzt zu denken.

Die Ausführungsform nach den Fig. 5 bis 7 unterscheidet sich von der vorangehend beschriebenen Ausführung dadurch, daß anstelle des Spiegelrades 25 ein hin- und hergehender Schwingspiegel 26 vorgesehen ist, der im Brennpunkt des Objektivs 37 liegt und den aus Fig. 5 ersichtlichen Schwenkbereich hat.

Die bei der Ausführungsform nach den Fig. 1 und 2 durch eine spezielle Ausbildung des Spiegelrades 25 hervorgerufene seitliche Versetzung des Abtastlichtstrahls 21 wird bei der Ausführungsform nach den Fig. 5 und 6 durch ein in Fig. 7 in Draufsicht wiedergegebenes Zylinderlinsenraster³¹ erzielt.

Die Zylinderlinsen des Rasters 31 erstrecken sich bei der Darstellung nach Fig. 5 parallel und bei der Darstellung nach Fig. 6 senkrecht zur Zeichenebene. Der Verlauf der Zylinderlinsen ist in Fig. 7 schematisch gezeigt.

Da die durch das Zylinderlinsenraster 31 gebildeten Teilstrahlen a', b', c', d' und e' gleichzeitig und nicht wie bei der Ausführungsform nach Fig. 1 nacheinander erscheinen, ist zur Entkoppelung der einzelnen Teilstrahlen bei der Ausführungsform nach den Fig. 5 und 6 eine in Fig. 6 schematisch dargestellte Blendenanordnung 33 vorgesehen, welche in Richtung des Doppelpfeiles über die gesamte Strahlbreite periodisch hin- und herverschiebbar ist, so daß zu einem Zeitpunkt immer nur einer der Teilstrahlen a' bis e' in das Prisma 20 einfallen kann. Um ein Bezugssignal für die Bewegung der hin- und hergehenden Blenden-

609838/0334

GOPY

Anordnung 33 zu schaffen, ist in der Blende eine weitere Öffnung 34 angebracht, welche mit einer Lichtschranke 35 zusammenarbeitet.

Die Breite der Schrägspiegelanordnungen 17a, b, c, ... ist wieder gleich der Breite der einzelnen Teilstrahlen a' bis e'. Ansonsten ist die Anordnung analog zu der nach Fig. 2.

Sofern es nur darum geht, überhaupt einen in den Lichtvorgang 16 eindringenden Gegenstand meßtechnisch zu erfassen, braucht die Blendenanordnung 33 nicht vorgesehen zu werden. Für den Unfallschutz wäre eine derartige Vorrichtung bereits ausreichend. Soll jedoch bei Feststellung eines Hindernisses durch die an den Photoempfänger 30 angeschlossene Auswerteelektronik auch noch festgestellt werden, an welcher Stelle sich ein erfaßtes Hindernis befindet, so muß in der Auswerteelektronik durch Feststellung der Stellung des Schwingspiegels 26 und des gerade von der Blendenanordnung 32 durchgelassenen Teilstrahles auch noch ermittelt werden, an welcher Stelle des Vorhangbereiches 16 sich der Abtaststrahl gerade befindet.

den und 8a
In/ Fig. 3/ ist eine grundsätzlich anders als die vorangehenden Ausführungsformen arbeitende Verwirklichung des Erfindungsgedankens wiedergegeben. Das Linsenraster 31 ist hier gegenüber der Anordnung des Linsenrasters bei der Ausführungsform nach den Fig. 5 bis 7 um 90° um die optische Achse verdreht. Das Objektiv 37 macht die über einen Schwingspiegel 26' reflektierten Teilstrahlen des Linsenrasters 31 wieder parallel, so daß sie in der dargestellten Weise als Teilstrahlen f bis n in das an der Stirnseite 13 des Lichtleitstabes 12 angeordnete Teilprisma 20 parallel einfallen. Die Anordnung des Linsenrasters 31 ist nun so getroffen, daß jeder der Teilstrahlen f bis n exakt auf einen Schrägspiegel 18 der Schrägspiegelanordnung 17 fällt. Durch seitliche Versetzung und Hintereinanderanordnung mehrerer Schrägspiegelanordnungen 17a, b, c ...

gemäß den Fig. 2 und 6 können auch noch totalreflektierte Anteile der eintretenden Lichtstrahlen auf weitere Schrägspiegel innerhalb des Lichtleitstabes 12 gelenkt werden.

Aufgrund der Anordnung nach Fig. 8 würden normalerweise sämtliche Austrittsstrahlen des Lichtleitstabes gleichzeitig erscheinen. Sie weisen auch einen gewissen Abstand voneinander auf, der durch die Rasterkonstante des Spiegelrasters gegeben ist. Für einen Unfallschutz-Lichtvorhang würde eine derartige Anordnung bereits ausreichend sein. Sie zeichnet sich durch den Verzicht auf jede Art von beweglichen Teilen aus.

In Fig. 8 ist jedoch eine feiner differenzierende Anordnung dargestellt, bei der auf der Austrittsseite des Lichtleitstabes 12 eine Noniusblende 36 angebracht ist, welche gegenüber jedem der Schrägspiegel 18 eine Durchlaßöffnung aufweist. Die Durchlaßöffnungen sind jedoch nach der Art eines Nonius in der dargestellten Weise gegeneinander versetzt. Wird nun noch der Drehs Spiegel 26' derart in Richtung des Doppelpfeiles in Schwingung versetzt, daß die einzelnen Lichtpunkte auf den Schrägspiegeln 18 ^{gemäß Fig. 8a} eine Schwingbewegung/innerhalb jedes einzelnen zugeordneten Schrägspiegels ausführen, so tritt ersichtlich zu einer Zeit ^{nach Fig. 8} nur aus jeweils einer der Öffnungen der Noniusblende ein Lichtstrahl aus. Durch elektronische Ermittlung der momentanen Stellung des Schwingspiegels 26' läßt sich so wieder eine eindeutige Zuordnung zwischen dem mit dem Empfänger 30 gemessenen Ausgangssignal des Lichtvorhanges und dem momentanen Ort des Austrittslichtstrahles ermitteln. Der Abtaststrahl schreitet allerdings entsprechend dem Abstand der Öffnungen der Noniusblende 36 sprunghaft weiter.

Während sich die Ausführungsform nach Fig. 8 besonders bei Unfallschutz-Lichtvorhängen eignet, ist die nun beschriebene Ausführungsform nach Fig. 9 besonders für einen messenden

609838/0334

COPY

Lichtvorhang geeignet. Die Anordnung des Linsenrasters 31, des Schwingspiegels 26', des Objektivs 37, des Prismas 20 und des Lichtleitstabes 12 ist analog zu der Ausführungsform nach Fig. 8. Der einfacheren Darstellung halber sind in Fig. 9 nur drei vom Linsenraster 31 erzeugte Teilstrahlen o, p und q wiedergegeben. Der Schwingspiegel 26' bedingt wieder ein periodisches Hin- und Herschwingen der auf den Schrägspiegeln 18 erzeugten Lichtpunkte innerhalb des ihnen zugeordneten Schrägspiegels. Diese Schwingbewegung ist durch Darstellung der einzelnen Strahlen mittels dreier Striche veranschaulicht. Wird nun noch durch eine in Richtung des Doppelpfeiles periodisch hin- und herschiebbare Blendenanordnung 33 dafür gesorgt, daß zu einem Zeitpunkt nur einer der Teilstrahlen o, p, q in das Prisma 20 eintritt, so kann auf elektronischem Wege eine exakte Zuordnung zwischen dem gerade in den Vorhangbereich 16 eintretenden Lichtstrahl und dem vom Photoempfänger 30 abgegebenen elektrischen Signal hergestellt werden. Dieses Signal ist nun aber im Gegensatz zu den vorangehenden Ausführungsformen noch durch die Hin- und Herbewegung des Schwingspiegels 26' moduliert, so daß beispielsweise ein sehr feiner Gegenstand noch innerhalb eines einzigen Austrittsteilstrahles ^{f, g, h, i, k} örtlich genau fixiert werden kann. Die Ausführungsform nach Fig. 9 ermöglicht also eine äußerst feine räumliche Bestimmung von Gegenständen mit einer Ausdehnung, die kleiner als die Längsausdehnung der Schrägspiegel 18 ist.

Die Entkopplung der einzelnen Teilstrahlen mittels der Blendenanordnung 33 ist nur beispielsweise. Jede andere Möglichkeit der Entkopplung, beispielsweise auch eine elektronische Entkopplung ist als Äquivalent anzusehen.

In Fig. 9 sind wie gesagt nur beispielsweise drei Teilstrahlen o, p, q dargestellt. Bei der praktischen Verwirklichung ist die Anordnung derart, daß soviel Teilstrahlen in den Lichtleitstab

609838/0334

COPY

treten, daß aufeinanderfolgende Schrägspiegel jeweils einen Teilstrahl empfangen, welcher dann innerhalb des Schrägspiegels durch den Schwingspiegel 26' zu einer Hin- und Herbewegung veranlaßt wird.

In Fig. 10 ist noch gezeigt, wie erfindungsgemäß auf einfache Weise ein Bezugssignal für die Lichtstärke des Einfallslightstrahls gewonnen werden kann. Da an den Kanten 59 der Schrägspiegel 18 der Anordnung 17 Licht in der dargestellten Weise gestreut wird, gelangt ein bestimmter Anteil des Eingangslichtes stets auch zu der der Fläche 15 gegenüberliegenden Stirnseite 27, wo ein vorzugsweise als Photovervielfacher ausgebildeter photoelektrischer Empfänger 28 angeordnet werden kann, der das Bezugssignal für die Helligkeit des Eintrittslichtstrahles an die Auswertelektronik liefert.

Bei allen Ausführungsformen bildet bevorzugt ein Laser die Lichtquelle 11.

Fig. 11 zeigt eine Sendelichtleitstabanordnung, welche irgendeinem der vorangehenden Ausführungsbeispiele entsprechen kann. Die den Vorhangbereich 16 durchlaufenden Lichtstrahlen 40 treten jedoch am Ende des Vorhangbereiches 16 in einen besonders ausgebildeten Lichtleitstab 29 ein. Nach den Fig. 11 und 12 hat der Empfangslichtleitstab 29 runden Querschnitt und weist auf seiner der Lichteintrittsseite gegenüberliegenden Mantelfläche eine schmale Schrägspiegelanordnung 17 auf, die auf einer optisch dicht aufgetragenen Leiste 19 ausgebildet ist. Auch ohne die in Fig. 12 gezeigte Zylindersammellinse 42 wird durch die ^{brechende} Wirkung des runden Stabes 29 das parallel auftreffende Licht 40 im Bereich der Schrägspiegelanordnung 17 konzentriert. Da die Winkel der Schrägspiegel 18 relativ zur Stabachse 15 so groß gewählt sind, daß die reflektierten Strahlen unter einem Winkel α zur Stabachse auf die gegenüberliegende Mantelfläche auftreffen, daß sie an den glatten Mantelflächen

609838/0334

COPY

des Stabes 29 totalreflektiert werden, gelangt das auf den Lichtleitstab 29 auftreffende Licht bis auf die nicht zu vermeidenden Absorptionsverluste vollständig zum Photoempfänger 30.

Letzterer ist bewußt auf der der Stirnseite 41 entgegengesetzten Endfläche des Empfangslichtleitstabes 29 angeordnet, wobei die Stirnseite 41 auf gleicher Höhe wie die Lichteintrittsstirnseite 13 des Sendelichtleitstabes 12 liegt. Hierdurch wird gewährleistet, daß sämtliche in den Sendelichtleitstab 12 eintretenden und aus dem Empfangslichtleitstab 29 austretenden Lichtstrahlen im wesentlichen gleiche Wege innerhalb der beiden Lichtleitstäbe zurücklegen, so daß die Gesamtlichtabsorption für jeden einzelnen Teilstrahl in etwa gleich ist.

Nach Fig. 12 kann in der Nähe und parallel zu dem Sendelichtleitstab 12 eine Zylindersammellinse 42 angeordnet werden, welche eintretendes Licht in einer Brennpunktlinie 43 auf der Oberfläche des Lichtleitstabes 29 konzentriert. Hierdurch wird gewährleistet, daß sämtliche durch seitliche Versetzung erzielten Teilstrahlen a' , b' , c' , d' , e' (Fig. 2 und 6) vollständig in den Empfangslichtleitstab 29 gerichtet werden.

Nach Fig. 13 kann im Anschluß an die Zylinderlinse 42 auch noch ein Streuelement 44 angeordnet werden, das die durch den Strahlengang in Fig. 13 veranschaulichte optische Wirkung hat, daß statt einer Brennpunktlinie 43 gemäß Fig. 12 eine Nebeneinanderanordnung 46 von mehreren Brennpunktlinien 45 erzielt wird, wobei die Anordnung 46 den Lichtleitstab 29 beidseitig überragt. Als Streuelement eignet sich jedenfalls besonders ein Zylinderlinsenraster, dessen Einzellinsen parallel zur Zylinderlinse 42 sich erstrecken.

609838/0334

ORIGINAL INSPECTED COPY

Die Ausführungsform nach Fig. 13 hat den Vorteil, daß seitliche Verschiebungen des Empfangslichtleitstabes 29 relativ zum Sendelichtleitstab 12 sich nicht störend auf eine Messung auswirken. Die seitliche Überstrahlung des Lichtleitstabes 29 ist dabei also besonders wichtig.

In den Fig. 14 und 15 ist schließlich eine Ausführungsform dargestellt, bei der zwei Empfangslichtleitstäbe 29 auf der Sendeseite parallel zum Sendelichtleitstab 12 angeordnet sind.

Auf der gegenüberliegenden Seite des Vorhangbereiches 16 befindet sich ein länglicher Tripelreflektor⁴⁷, der sich parallel und in gleicher Länge wie Sende- und Empfangslichtleitstäbe 12, 29 erstreckt. Wird das aus dem Sendelichtleitstab 12 austretende Licht mit der Zylinderlinse 42 in der in Fig. 15 dargestellten Weise konzentriert, so genügt ein relativ schmal ausgebildeter Tripelspiegel.

Wesentlich an dem Reflektor 47 ist, daß dieser nicht streng retroreflektierende Eigenschaften aufweist, sondern einen Streubereich 48 hat, aufgrund dessen das reflektierte Licht teilweise auch an dem Sendelichtleitstab vorbei in die Empfangslichtleitstäbe 29 eintreten kann. Statt zweier Empfangslichtleitstäbe braucht bei dieser Ausführungsform auch nur ein Lichtleitstab 29 vorgesehen zu sein.

Fig. 16 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Schrägspiegelanordnung 17, wie sie vorzugsweise auf der Sendeseite verwendet wird. Da die Schrägspiegelanordnung gewisse Totzonen besitzt, könnte es bei bestimmten Anwendungen als nachteilig angesehen werden, daß der Vorhangbereich 16 entsprechende Unterbrechungen aufweist. Dies kann dadurch vermieden werden, daß die Schrägspiegelanordnungen 17 auf der

Sendeseite in der in Fig. 16 veranschaulichten Form in Längsrichtung aufgeschnitten und die beiden dadurch entstehenden Teil-Schrägspiegelanordnungen 17', 17" in Längsrichtung des Sendelichtleitstabes 12 gegeneinander versetzt werden, und zwar derart, daß die Totzonen der beiden Teilanordnungen 17', 17" einen deutlichen Abstand in Längsrichtung voneinander aufweisen. Auf diese Weise wird gewährleistet, daß von sämtlichen Bereichen des Sendelichtleitstabes 12 Licht reflektiert werden kann und somit keinerlei Unterbrechungen im Vorhangbereich 16 hingenommen werden müssen.

- Patentansprüche -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Optische Vorrichtung zur Erzeugung eines Lichtvorhanges mit einer einen gebündelten Lichtstrahl liefernden Lichtquelle und einer den Lichtstrahl über den Vorhangbereich führenden Lichtverteilungsanordnung, dadurch gekennzeichnet, daß als Lichtverteilungsanordnung ein sich entlang des Vorhangbereiches (16) erstreckender Lichtleitstab (12) verwendet wird, in dessen eine Stirnseite (13) wenigstens ein Lichtstrahl (14) unter einem Winkel zur Stabachse (15) eintritt und welcher auf seiner vom Vorhangbereich abgewandten Oberfläche eine Anordnung (17) benachbarter Schrägspiegel (18) aufweist, die unter einem solchen Winkel zur Stabachse geneigt sind, daß der auf sie auftreffende Lichtstrahl (14) zum Vorhangbereich (16) hin umgelenkt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtleitstab (12) rechteckförmig, insbesondere quadratisch, ist und die Schrägspiegelanordnung (17) auf einer der vier Längsseiten vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägspiegelanordnung (17) aus sägezahnartigen Ausnehmungen in der Staboberfläche oder einer darauf aufgesetzten besonderen Leiste (19) besteht, wobei die vom Lichtstrahl (12) getroffenen Flanken (18) verspiegelt sind.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an der Stirnseite (13) des Lichtleitstabes (12) ein Prisma (20) angeordnet ist, welches parallel zur Stabachse (15) ankommenden Lichtstrahlen (21) die erforderliche Ablenkung zu der Schrägspiegelanordnung (17) hin erteilt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Prisma gleichschenkelig ist, seine Basis (22) sich gegenüber der Stirnseite (13) des Lichtleitstabes (12) befindet und seine von der Basis (22) und der Stirnseite (13) abgewandte Kante (23) auf der Stabachse (15) liegt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Prisma (20') rechtwinklig ist und sich seine Hypothenusenfläche (24) gegenüber der Stirnseite (13) befindet.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Prisma unmittelbar auf die Stirnseite des Lichtleitstabes (12) aufgesetzt ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägspiegel (18) unter einem solchen Winkel zur Stabachse (15) angeordnet sind, daß das Licht senkrecht zur Stabachse (15) aus dem Lichtleitstab (12) austritt.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Stab (12) ein Lichtstrahl (21) eintritt, welcher durch eine periodische Strahlablenkanordnung wie ein Spiegelrad (25) oder einen Dreh- oder Schwingspiegel (26) periodisch über die Stirnseite (13) des Lichtleitstabes (12) senkrecht zur Stabachse (15) zu einer Abtastbewegung veranlaßt wird.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Einfallswinkel des Lichtstrahles (12) zur Stabachse (15) zwischen 30 und 50° liegt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasthöhe gleich der Höhe der Stirnseite (13) des Stabes ist.

609838/0334

COPY

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahl (14) nur einen geringen Teil der Breite des Lichtleitstabes (12) einnimmt und nach jeder Abtastung in Höhenrichtung um im wesentlichen seine Breite seitlich versetzt wird.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche seitliche Ablenkung durch zunehmend zur Achse geneigte Flächen eines Spiegelrades (25) bewirkt ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägspiegelanordnung (17) in mehrere hintereinanderliegende schmale Bereiche (17a,b,c) unterteilt ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß jeder schmale Bereich im wesentlichen die Breitenausdehnung des Lichtstrahles (14) hat und aufeinanderfolgende Bereiche um ihre Breite seitlich gegeneinander versetzt sind.
16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Längenausdehnung jedes Bereiches (17a, b, c) dem Längenabtastbereich des in den Stab eintretenden bzw. der durch Totalreflexion an der Staboberfläche gebildeten Lichtstrahlen entspricht.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an der dem Lichteintritt entgegengesetzten Stirnseite (27) eine photoelektrische Empfangsanordnung (28) zur Bildung eines Bezugssignals vorgesehen ist.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der vom Lichtleitstab

609838/0334

(12) abgewandten Seite des Vorhangbereiches (16) parallel zu diesem ein Empfangslichtleitstab (29) mit einem Photoempfänger (30) an wenigstens einer Stirnseite vorgesehen ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und 14-18, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Lichtquelle (11) stammende Lichtstrahl (32) durch ein Zylinderlinsenraster (31) senkrecht zur Abtastrichtung in mehrere Teilstrahlen (a, b, c, d, e) zerlegt ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine seitlich periodisch verschiebbare Blendenanordnung (33) zu einer Zeit nur einer der Teilstrahlen (a, b, c, d, e) zum Lichtleitstab durchgelassen wird.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß in der Blendenanordnung (33) eine weitere Öffnung (34) mit einer Lichtschranke (35) zusammenarbeitet.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtstrahl (32) der Lichtquelle (11) durch ein Zylinderlinsenraster (31) in Höhenrichtung in so viele Teilstrahlen (f, g, h, i, k, l, m, n) zerlegt wird, daß an der Stirnseite (13) des Stabes (12) übereinanderliegende Lichtstrahlen auf nacheinanderfolgende Schrägspiegel (18) fallen.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilstrahlen (f, g, h, ...) in eine Schwingbewegung mit einer derartigen Amplitude versetzt sind, daß die Teilstrahlen innerhalb des ihnen zugeordneten Schrägspiegels (18) hin- und herschwingen.

24. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß auf der Lichtaustrittsseite des
Lichtleitstabes (12) eine mit den Schrägspiegeln (18)
ausgerichtete Öffnungen aufweisende Noniusblende (36)
angeordnet ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß durch eine seitlich periodisch
verschiebbare Blendenanordnung (33) zu einer Zeit nur
einer der Teilstrahlen (o, p, q) zum Lichtleitstab durch-
gelassen wird.
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die vom Photoempfänger (30) am
Ausgang des Lichtvorhanges empfangenen Signale in einer
Auswerteelektronik nach Teilstrahlen (o, p, q) getrennt
verarbeitet und untersucht werden.
27. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß man zur Ver-
meidung von toten Bereichen ^(t) von beiden Stirnflächen (13,
27) Abtastlichtstrahlen (14) in den Lichtleitstab (12)
schickt, wobei die Anordnung an der zweiten Stirnfläche
(27) analog der an der ersten Stirnseite (13) ist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß auch der Empfangslichtleitstab (29)
mit einer Schrägspiegelanordnung (17) versehen ist.
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Schrägspiegel (18) unter einem
solchen Winkel zur Stabachse (15) angeordnet sind, daß
senkrecht zur Stabachse (15) auftreffende Lichtstrahlen
(40) unter einem unterhalb des Totalreflexionsgrenzwinkels
liegenden Winkel (α) zur Stabachse (25) reflektiert wer-
den.

609838/0334

ORIGINAL INSPECTED COPY

30. Vorrichtung nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Empfangslichtleitstab (29) rund ist und die Schrägspiegelanordnung (17) in eine parallel zur Achse (15) verlaufende schmale Mantelzone des Stabes (29) oder eine darauf angeordnete schmale Leiste (19) eingearbeitet ist.
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelzone bzw. die Leiste (19) so breit ist, daß im wesentlichen sämtliches vom Sendestab (12) auftreffende und zur Stabachse (15) hin gebrochene Licht auf die Mantelzone bzw. die Leiste (19) trifft.
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Photoempfänger (30) an demjenigen Ende des Empfangslichtleitstabes (29) angeordnet ist, das von der Stirnseite (41) abgewandt ist, die der Lichteintrittsstirnseite (13) des Sendelichtleitstabes (12) entspricht.
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zum Sendelichtleitstab (12) eine Zylinderlinse (42) angeordnet ist, deren Brennpunkt (43) im Bereich des Empfangslichtleitstabes (29) liegt.
34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß an der Zylinderlinse (42) ein Streuelement, insbesondere ein Zylinderlinsenraster (44) mit parallel zur Zylinderlinse (42) verlaufenden Achsen angeordnet ist, mittels dessen die Zylinderlinse (42) am Ort des Empfangslichtleitstabes (12) eine den Stab nach beiden Seiten überragende Brennpunktanordnung (46) entwirft.

609838/0334

COPY

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder zwei Empfangslichtleitstäbe (29) auf der gleichen Seite des Vorhangbereiches (16) wie der Sendelichtleitstab (12) parallel zu und neben diesem angeordnet sind und auf der anderen Seite des Vorhangbereiches (16) sich ein länglicher retroreflektierender Bereich, insbesondere ein Tripelreflektor (47) befindet, welcher einen zur Ausleuchtung des bzw. der Empfangslichtleitstäbe ausreichenden Streubereich (48) aufweist.
36. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägspiegelanordnung (17) aus wenigstens zwei parallel zueinander verlaufenden und in Stablängsrichtung um wenigstens die Totzonenausdehnung gegeneinander versetzten Teil-Schrägspiegelanordnungen (17', 17'') besteht.

- 31 -
Leerseite

Fig.14

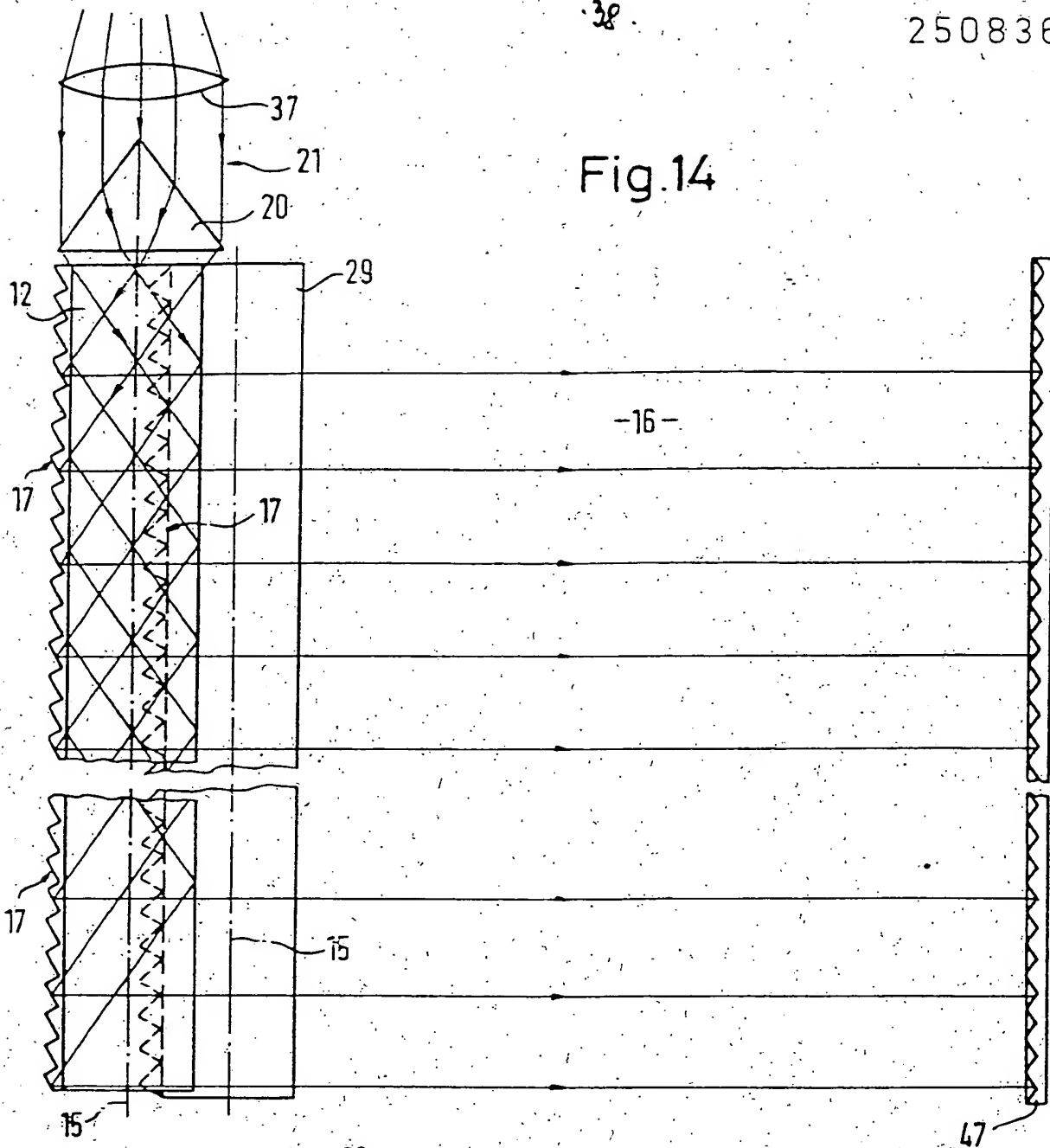


Fig.15

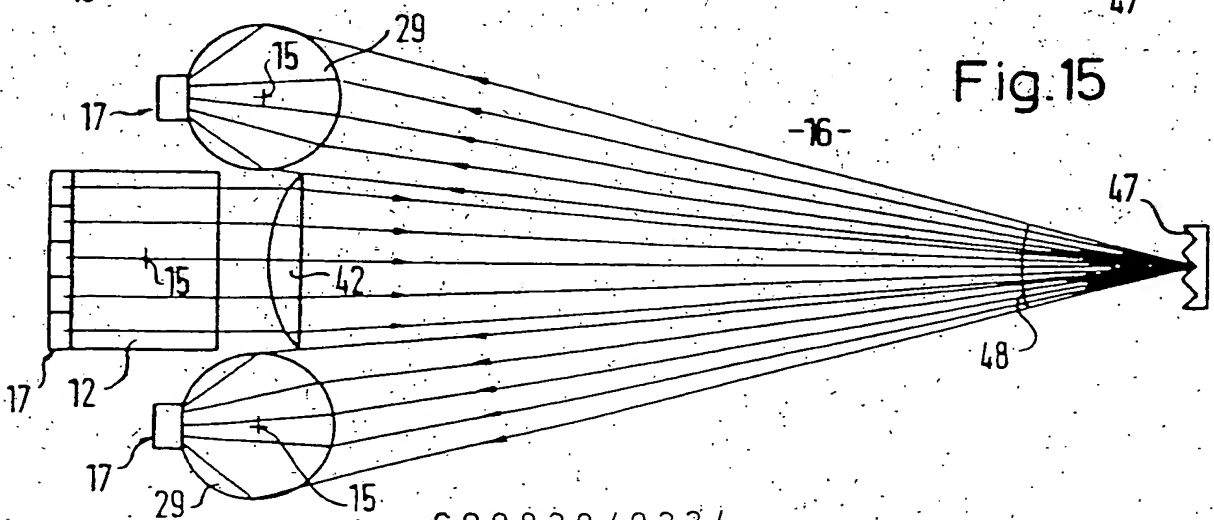
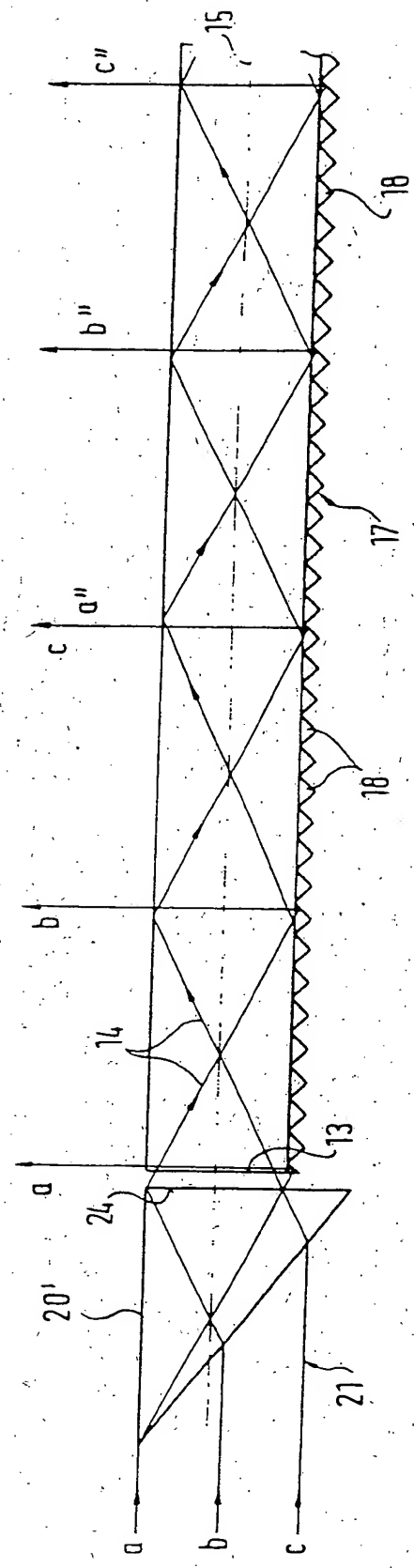


Fig.4



609838/0334

ORIGINAL INSPECTED COPY

Fig. 5

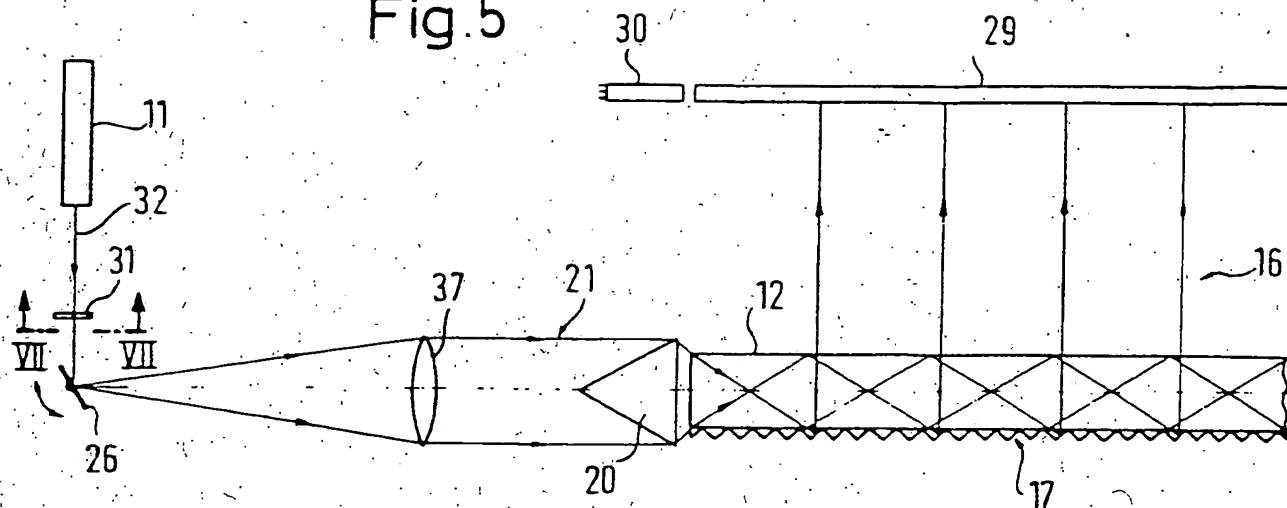


Fig. 6

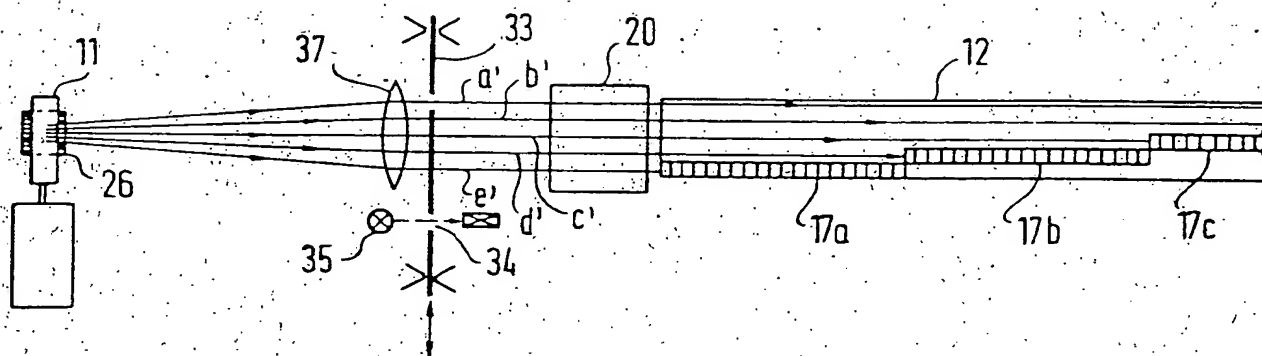
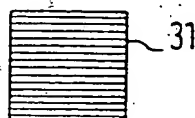


Fig. 7



609838/0334

Fig. 8

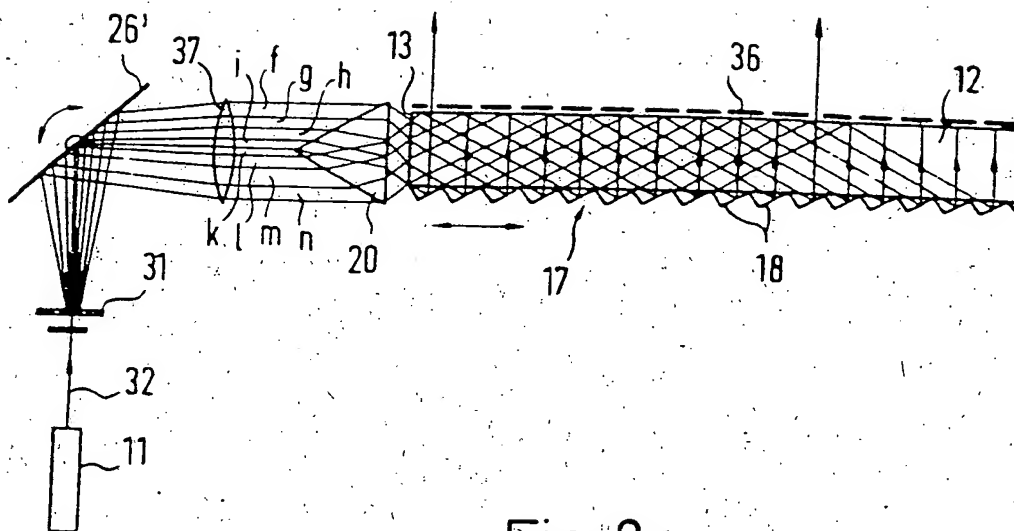
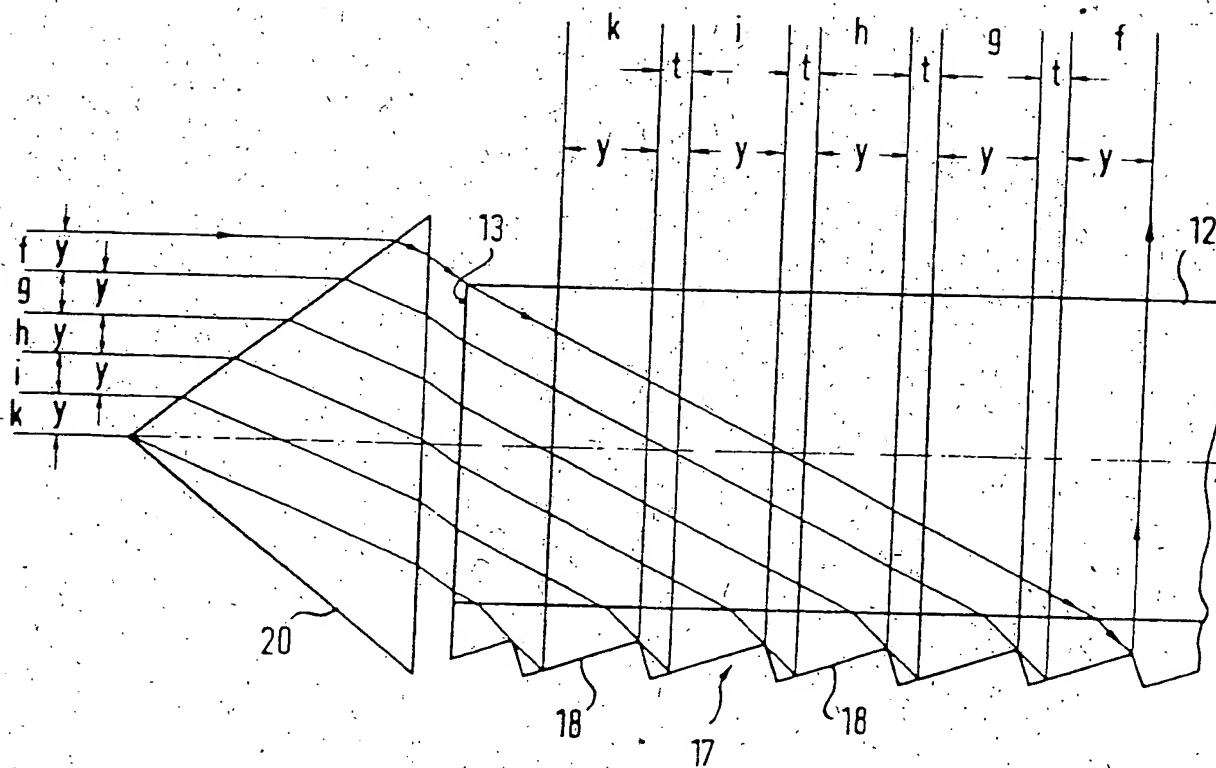


Fig. 8a



609838 / 0334

ORIGINAL INSPECTED

COPY

Fig.9

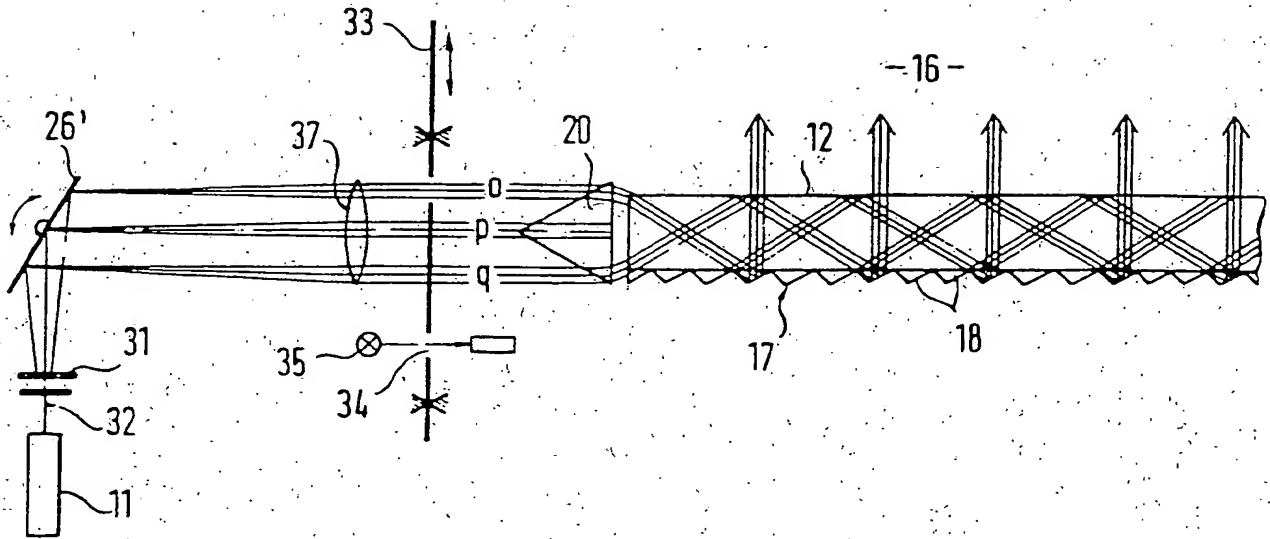
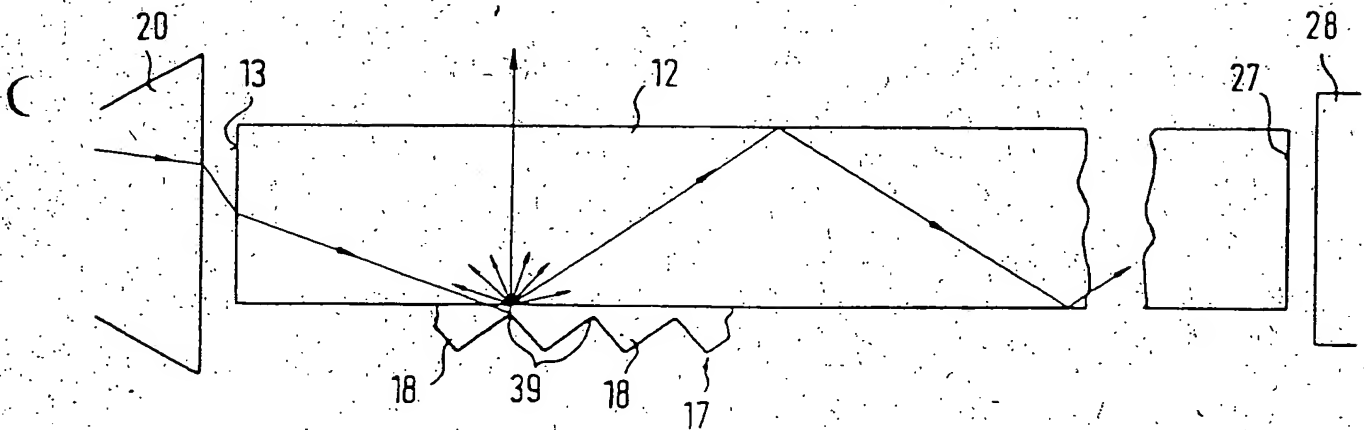


Fig.10



609838/0334

ORIGINAL INSPECTED

COPY

Fig.11

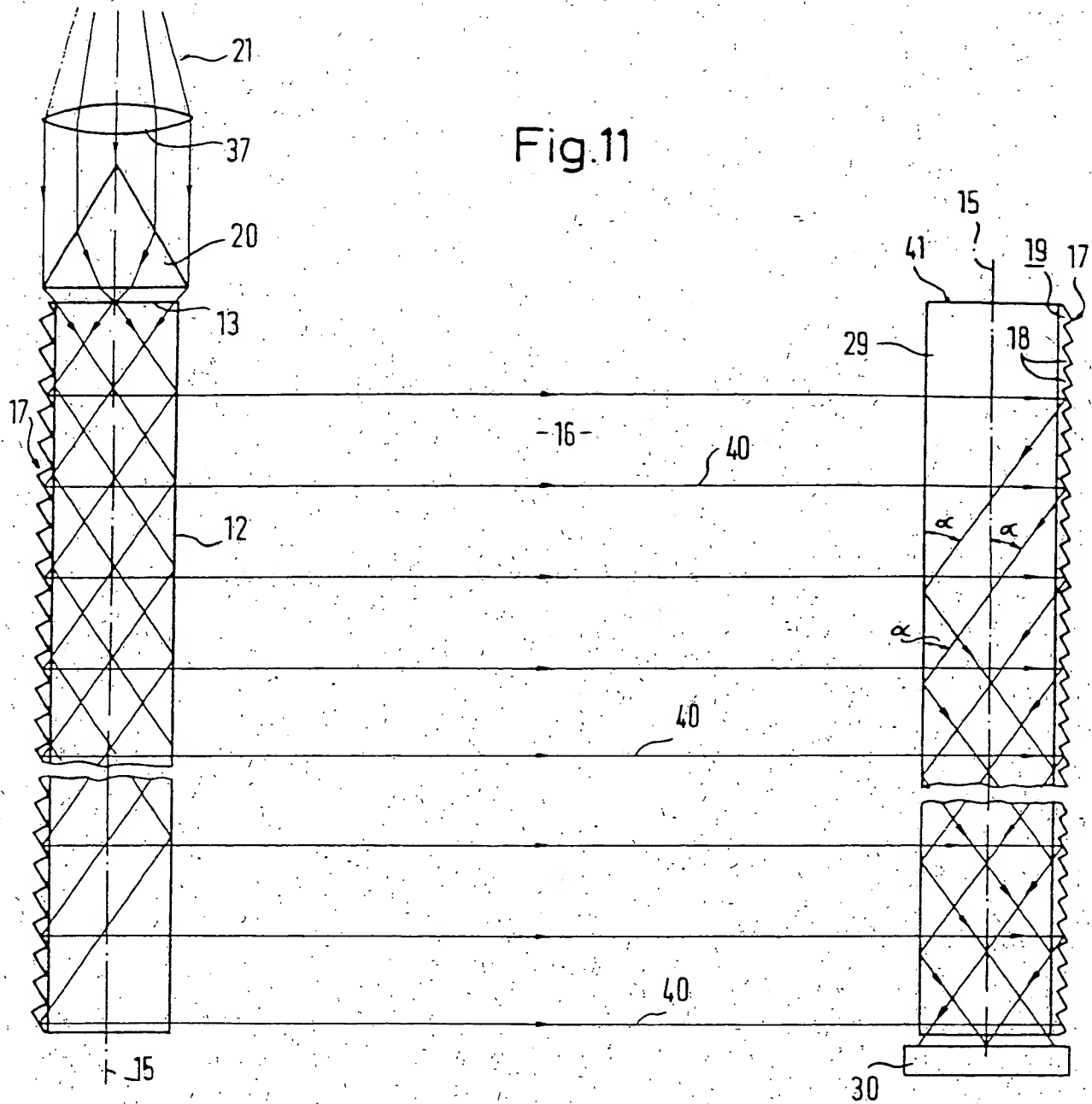
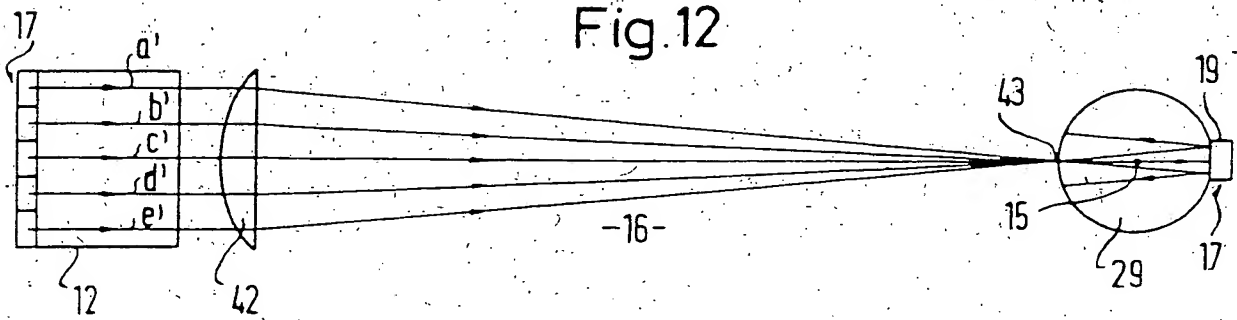


Fig.12



609838/0334

Fig.13

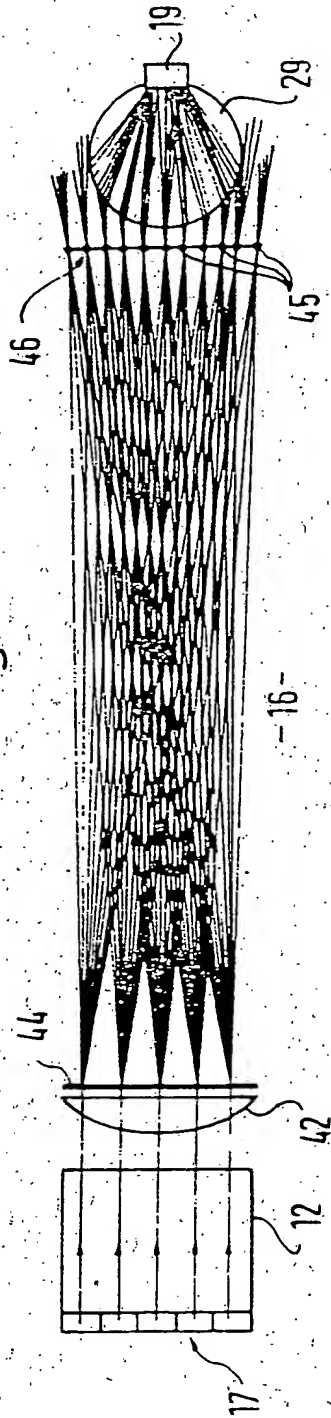


Fig.16

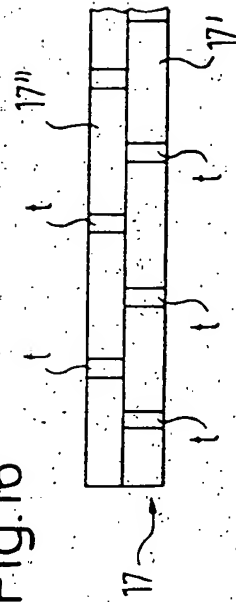


Fig.1

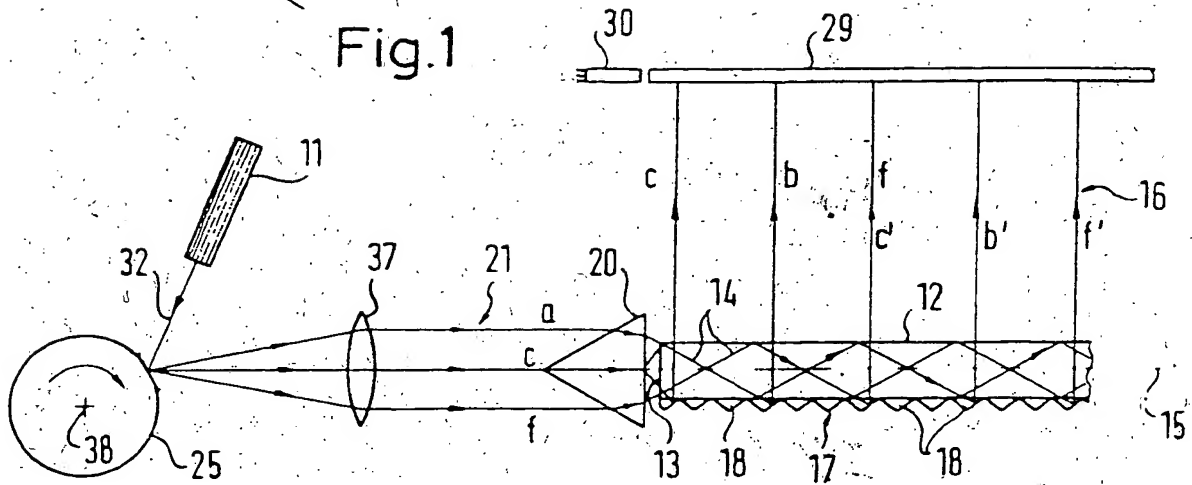


Fig.2

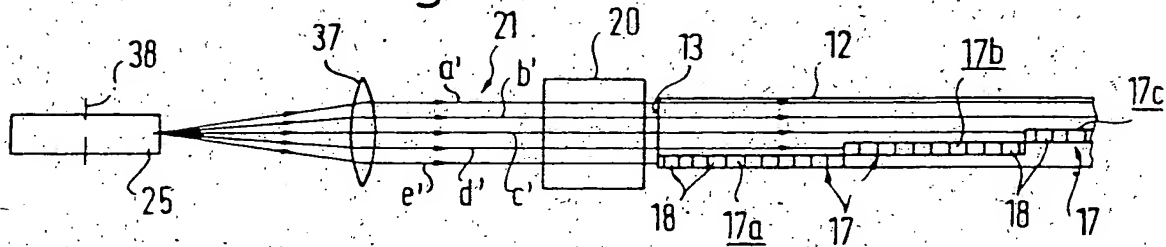
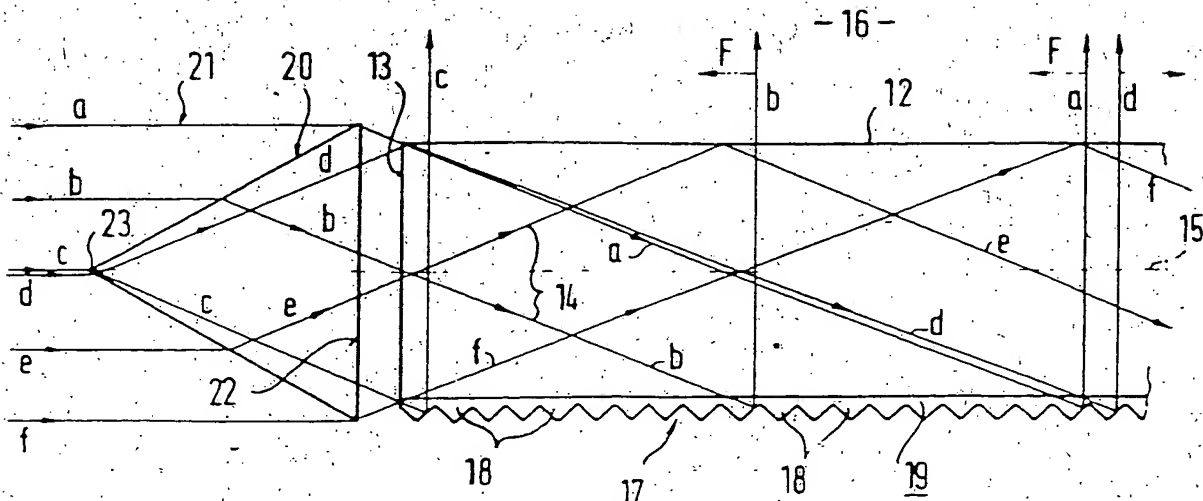


Fig.3



609838/0334

ORIGINAL INSPECTED

COPY